

УДК 692.23:624.014

Д.О. Хохрякова,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-9257-5703

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

PREFAB – ТЕХНОЛОГІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛСТК І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

Зарубіжний досвід свідчить про широке впровадження prefab - технологій з використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій завдяки значному економічному ефекту, що досягається за рахунок зниження навантажень від власної ваги конструкцій, зменшення транспортних витрат, скорочення термінів будівництва. Порівняльний аналіз нормативно-технічної бази показує, що національні органи стандартизації в європейських країнах, на відміну від України, підтримують актуальність досить великого пакету чинних стандартів для prefab - технологій та створюють нові для забезпечення потреб будівельної галузі. Впровадження норм проектування конструкцій із тонкостінних холодноформованих елементів в Україні відбувається із запізненням у декілька років, а для prefab – конструкцій взагалі відсутнє. З метою структурування широкого спектру prefab - конструкцій з ЛСТК та покращення здатності будівельної галузі оцінювати ефективність різних конструктивно-технологічних рішень представлено їх класифікацію за ступенем комплектності та укрупненості. Аналіз наявного досвіду дозволив сформуувати галузі ефективного застосування prefab - систем для будівель різного призначення з урахуванням характерних вимог. Спрогнозовані труднощі, з якими може стикнутися будівельна галузь України при впровадженні даної технології: через стійкий імідж низькоякісних збірних будинків радянських часів споживач віддає перевагу традиційним технологіям, розмір початкових інвестицій відштовхує забудовників, відсутність специфічних навичок, що стосуються модульного будівництва у проєктувальників і виконавців робіт, низька конкурентоспроможність українських компаній у цьому секторі у порівнянні з іноземними, які працюють на міжнародному рівні, знижує економічні вигоди держави. Запропоновано кроки щодо впровадження prefab – технологій в Україні: удосконалення нормативно-технічної та кошторисних баз, підготовка інженерних кадрів, адаптація бізнес-моделей, планування та фінансування модульного підходу, створення відповідного координаційного центру.

Ключові слова: *prefab – технологія, prefab – конструкція, ЛСТК, модулі, панелі.*

Вступ. Одним з найбільш прогресивних методів будівництва в усьому світі вважається використання швидкоспоруджуваних будівельних систем – prefab - конструкцій.

Загалом prefab - технологія являє собою заводське виготовлення уніфікованих конструкцій на заводі з подальшим їх складанням на будмайданчику або готовим до встановлення в проєктне положення. Такі терміни, як заводське виготовлення (offsite manufacture), збірна конструкція (prefabricated structure) та модульне будівництво (modular construction) зазвичай використовуються як взаємозамінні та охоплюють попереднє виробництво за межами об'єкта, на будмайданчику та удосконалення технологічних процесів.

Закордонний досвід свідчить про широке впровадження prefab - технології при зведенні житлових та громадських будівель, у тому числі із використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК), що знаходять усе більш широке застосування.

На відміну від країн Заходу, де конструктивні системи з ЛСТК широко застосовується тривалий час, в Україні сфера їх застосування обмежується малоповерховими і промисловими будівлями.

Аналіз досліджень і публікацій. Зростання інтересу до prefab - конструкцій добре задокументоване у наукових виданнях. Значну увагу було приділено виявленню потенційних переваг даної технології, способів їх досягнення, перешкод на шляху її популяризації та роль нормативної бази у цій області [1–4].

Дослідження несучих та огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих профілів знайшли відображення у працях українських (С.І. Білика [5], В.О. Семка [6, 7], М.В. Савицького [8], М.В. Тимофєєва [9]) та російських (Е. Л. Айрумяна, С.В. Каминіна [10], Д.А. Трубини, Д.А. Абдулаєва, Є.Д. Пічугіна [11]) вчених.

Серед найважливіших проблем успішного застосування prefab - технологій з використанням ЛСТК в Україні фахівці виділяють дуже повільний розвиток нормативного забезпечення, матеріалів для проєктування і недостатня інформованість замовника [12].

Внеском автора у поточні обговорення став аналіз розвитку нормативної бази для проєктування ЛСТК (рис. 1) та впровадження prefab - технологій у різних країнах (табл. 1).

Для порівняльного аналізу на рис. 1 вказані роки впровадження відповідних нормативних документів, що введені в дію вперше без урахування їх подальшого перегляду.

Аналіз рис. 1 свідчить, що нормативна база для проєктування ЛСТК в Україні розвивається повільніше навіть у порівнянні з країнами ближнього зарубіжжя. Так гармонізація Єврокоду 3 та європейських стандартів щодо теплотехнічних характеристик таких систем відбулась в Україні на 6 років пізніше, а стандартів щодо проєктування конструктивних систем зовнішніх стін і перекриттів [13, 14] – на 10 років.

Дані табл. 1 доводять, що національні органи зі стандартизації в європейських країнах на відміну від України підтримують актуальність достатньо великого пакету чинних стандартів для prefab – технологій та створюють нові для забезпечення потреб будівельної галузі.

Постановка завдання: аналіз досвіду застосування prefab - конструкцій із тонкостінних холодноформованих елементів і визначення факторів розвитку цієї технології в Україні.

Основна частина. Завдяки значному економічному ефекту, що досягається зниженням навантажень від власної ваги конструкцій, зменшенням витрат на транспортування і монтаж, скороченням термінів будівництва без використання важкої техніки, застосування prefab - технологій з використанням ЛСТК є досить перспективним.

Вченими, спеціалістами низки міжнародних компаній та міжгалузевих робочих груп було запропоновано класифікації сучасних prefab - конструкцій [1, 15, 16] з метою структурувати широкий спектр інноваційних будівельних технологій та покращити здатність будівельної галузі оцінювати ефективність різних конструктивно-технологічних рішень.

Країни	Роки										
	2006	2008	2009	2011	2012	2013	2015	2016	2018	2019	2021
ЄС	EN 1993-1-3 EN 1993-1-5			ETA-11/0105		ETA 13/0312	SCI P402		EN 1090-4		
РФ		СТО EN 1993-1-3 СТО EN 1993-1-5					ГОСТ Р 56817	СП 260.1325600.2016	Зміна № 1 до СП 230.1325600.2015	ГОСТ Р 58774	Проект ГОСТ Р [14]
Україна			ДСТУ-Н Б В.2.6-87		ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3 ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5					ДСТУ EN 1090-4 Зміна №1 до ДСТУ Б В.2.6-189:2013	Проект ДСТУ [13]

6 років (від 2006 до 2012)
6 років (від 2013 до 2019)
10 років (від 2006 до 2016)

Рис. 1. Динаміка впровадження нормативної документації для проєктування ЛСТК

Таблиця 1

Стандарти і матеріали для проєктування prefab - конструкцій

Країни	Найменування матеріалів для проєктування
ЄС	ISO 21723:2019 Buildings and civil engineering works – Modular coordination – Module
	RIBA Plan of Work 2013
	BOPAS Scheme guidance document
	PAS Modular Housing Design Standard
	BPS 7014 Standard for Modular Construction
	ETAG 023 Prefabricated building units
	SCI P348 Building design using modules
	SCI P302 Modular Construction using Light Steel Framing. Design of Residential Buildings
SCI P272 Modular Construction using Light Steel Framing. An Architect's Guide	
РФ	ГОСТ Р 58760-2019 Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия
	Методическое пособие. Проектирование модульных зданий. Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве
Україна	ДСТУ Б В.2.2-22:2008. Будівлі мобільні (інвентарні). Загальні технічні умови

За результатами узагальнення існуючих напрацювань автором представлена класифікація prefab - конструкцій із ЛСТК за ступенем їх комплектності і укрупненості (рис. 2).

Ступінь комплектності	Повна		Плоский блок повної комплектності (стіна/перекриття)	Просторовий блок повної комплектності (кімната)
	Часткова		Плоский блок часткової комплектності	Просторовий блок часткової комплектності
	Базова	Одиночний елемент	Базовий плоский блок	Базовий просторовий блок
		Окремі компоненти	Двовимірні блоки	Тривимірні блоки
		Ступінь укрупненості		

Рис. 2. Класифікація prefab - конструкцій із ЛСТК за ступенем комплектності і укрупненості

Найнижчим рівнем укрупненості є одиночні елементи, що поставляються на будмайданчик «розсіпом», і з яких шляхом з'єднань формується конструкція в її проектному положенні (рис. 3 а).

Блоки базової комплектності (рис. 3 б) являють собою каркас із тонкостінних холодноформованих елементів.

Під частковою комплектністю розуміється наявність у плоскому або просторовому блоках каркасу, супердифузійної мембрани та зовнішньої обшивки, під повною – додатково елементів інженерних систем, заповнень віконних або дверних прорізів та зовнішньої і внутрішньої обробки.

Застосування частково або повністю укомплектованих просторових блоків надає потенціал для максимальної ефективності та економії часу, але компроміс знаходиться між транспортними витратами та обмеженням їх розмірів.

Досвід показує, що обмеження розмірів просторових модулів робить їх найбільш економічно придатними для готелів, гуртожитків чи доступного житла. Тривимірний підхід найкраще підходить для проектів з високим рівнем повторюваності. Але в той же час безліч варіантів комбінації уніфікованих модулів дають можливість отримати індивідуальний кінцевий результат.

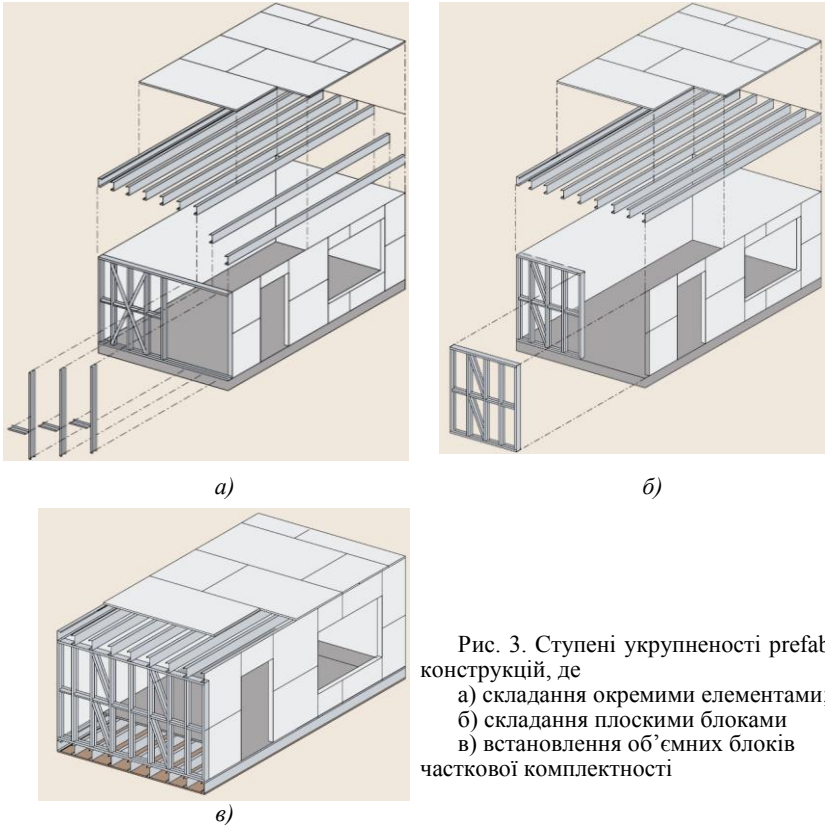


Рис. 3. Ступені укрупненості prefab -
конструкцій, де
а) складання окремими елементами;
б) складання плоскими блоками
в) встановлення об'ємних блоків
часткової комплектності

Одним з перспективних напрямків розвитку ринку ЛСТК є стінові панелі для монолітно-каркасного багатопверхового житлового та комерційного будівництва.

Плоскі блоки набагато легше транспортувати, ніж просторові модулі, що дозволяє одночасно доставляти конструкції на значно більшу площу будівлі. Вартість доставки 1 м^2 панелей на відстань до 250 кілометрів приблизно в 5 разів нижче, ніж для просторових блоків [16].

Плоскі блоки стінових панелей можуть бути виконані закритими або відкритими, з будь-яким видом внутрішньої або зовнішньої обробки та з інтегрованими інженерними мережами.

Ефективність застосування prefab - панелей при комбінованому способі будівництва з несучим монолітним, збірним залізобетонним або металевим каркасом досягається за рахунок швидкості закриття зовнішнього контуру будівлі та збільшення корисної площі на 1,5-2%.

Відповідно до проекту ДСТУ [13] стінові панелі із каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих профілів за способом примикання до несучих конструкцій будівлі поділяються на 4 типи (рис. 4).

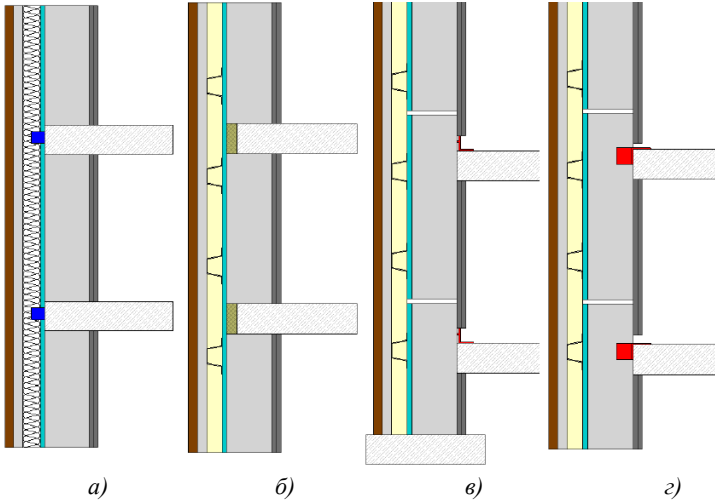
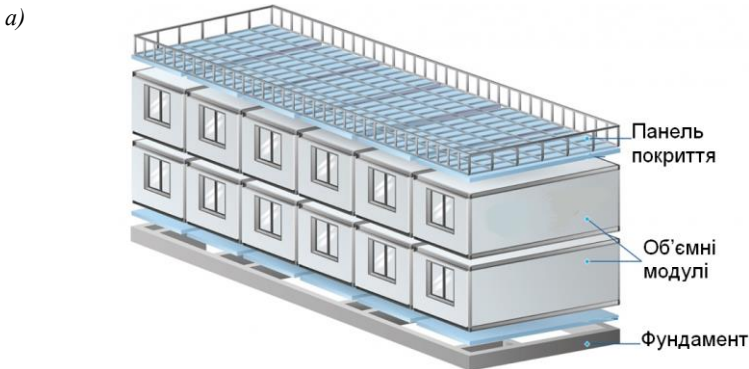


Рис. 4. Класифікація зовнішніх стінових панелей із ЛСТК за способом примикання до несучих конструкцій будівлі де: а) самонесуча з повним спиранням на перекриття; б) самонесуча із частковим спиранням на перекриття; в) несуча із спиранням на власний фундамент; г) навісна.

Будівництво збірно-комплектної будівлі (рис. 5 б) із застосуванням конструкцій заводського виготовлення істотно відрізняється від модульної концепції (рис. 5 а) і є технологією класичного зведення будівель з металевим каркасом, що може бути варіативним – сталевий каркас із чорного металу, ЛМК або ЛСТК.



б)

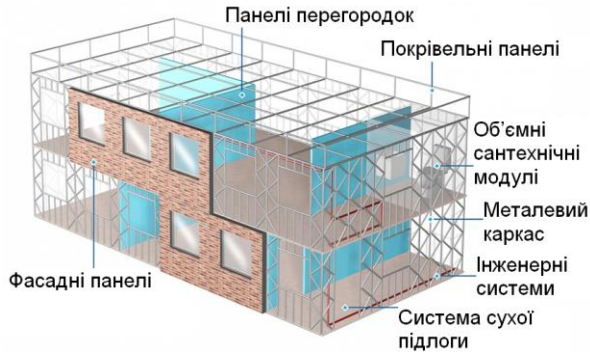


Рис. 5. Типи будівель із prefab – конструкцій, де
 а) блоково-модульна;
 б) збірно-комплектні

Так як роботи з улаштування приміщень з вологими та мокрими режимами є найбільш трудомісткими і складними до виконання, то саме застосування просторових сантехнічних prefab - блоків дозволяє підвищити ефективність конструктивно-технологічних рішень.

Поєднання в будинкокомплекті двовимірних (панелей стін і перегородок) і тривимірних (сантехнічних модулів) блоків дозволяє зберегти максимальну гнучкість планування на ряду з прискоренням темпів будівництва і підвищенням якості виконання робіт.

На основі аналізу досвіду [16, 17] в таблиці 2 наведені області ефективного застосування prefab - систем.

Таблиця 2

Області застосування prefab - систем

Призначення	Характерні вимоги	Prefab - система
Кафе, невеликі ресторани, магазини	Збільшення базової площі шляхом надбудови або прибудови з урахуванням нових потреб	Просторова
Гуртожитки, соціальне житло, дитячі садки та медичні установи	Проекти з високим рівнем повторюваності	Просторова
Блоквані будинки, таунхауси	Екстер'єр, індивідуальність, підвищена комфортність	Просторова/ плоска
Багатоквартирні будинки до 4 поверхів	Звукоізоляція, гнучкість планування	Просторова/ плоска
до 9 поверхів		Збірно-комплектні
Готелі до 9 поверхів	Максимізація прибутку за рахунок прискореного введення в експлуатацію	Просторова
Офісні, адміністративно-побутові будівлі, багатофункціональні центри	Гнучкість планування: кабінетні системи, зони типу Open space, конференц - зони тощо	Збірно-комплектні
Реконструкція житлових будинків	Мінімізація навантаження на фундаменти при надбудові, стислі терміни зведення при переселенні мешканців з аварійного житла	Просторова/ плоска

При оцінці ефективності подібних інвестиційно – будівельних проєктів важливо зосередити увагу на вартості повного терміну служби, а не лише вартості зведення будівель із застосуванням prefab – конструкцій. Підвищена точність будівництва, яка досягається у заводських умовах, суттєво впливає на характеристики будівлі.

Застосування prefab – конструкцій вимагає багатогранного проєктного мислення, щоб врахувати ефективність виробництва, можливості розвитку стандартизації для забезпечення масового використання, а також простоту транспортування та складання. Все це має працювати в рамках єдиної концепції, що завжди регулює будівельні проєкти: створення комфортних та функціональних просторів для можливих мешканців.

Нажаль цьому сектору на українському ринку необхідно буде подолати уявлення, що вкоренилося у споживачів, будівельників і інвесторів про модульне житло, ґрунтуючись на стійкому іміджі низькоякісних збірних будинків радянських часів.

Вирішення цієї проблеми вимагатиме від будівельної галузі підвищення стандартів якості та забезпечення естетичного вигляду модульних будівель, а також зосередження на привабливості для деяких частин ринку нерухомості, де державні інвестори вже чекають на масштабні стандартизовані пропозиції, такі як ґуртожитки, дитячі садки, медичні установи і проєкти доступного житла.

Розмір інвестицій, необхідних для впровадження prefab – моделей висока, і це є серйозною перешкодою для впровадження нових технологій у житловому секторі. Зокрема, модульне житло потребує великих початкових вкладень, що відлякує забудовників, які насамперед зацікавлені у скороченні витрат та збільшенні прибутку.

Фахівці відзначають, що існує кілька наборів навичок, специфічних для позамайданчикового будівництва, відсутність яких перешкоджає поширенню відповідних будівельних проєктів: навички цифрового проєктування з використанням нового програмного забезпечення адаптованого до prefab - технологій, знання будівельного виробництва щодо збирання дво- і тривимірних prefab - систем на будмайданчику.

Нещодавно Велика Британія інвестувала 1,2 мільйона фунтів стерлінгів у матеріали для аудиторних занять і практичної підготовки з метою підвищення кваліфікації проєктувальників і робочої сили та розширення можливостей впровадження цих технологій.

Якщо попит на будівництво з використанням prefab - технологій в Україні збільшиться, ймовірно, що більша частина контрактів на проєкти буде належати великим висококонкурентним компаніям таких країн, як Швеція, Японія та Великобританія, які вже мають сильні пропозиції за межами своїх територій і здатними працювати на міжнародному рівні. Це зменшить економічні вигоди в Україні від модульного будівництва.

Незважаючи на те, що більшість українських споживачів наразі віддають перевагу будинкам зведеним за традиційними технологіями, prefab – технології з використанням ЛСТК відкривають можливості вирішення питань щодо будівництва соціального житла при реалізації регіональних програм, які передбачають жорсткі фіксовані терміни здійснення проєктів.

Щоб скористатися всіма перевагами модульних конструкцій з погляду витрат та продуктивності, подальші дослідження повинні бути спрямовані на оптимізацію вибору конструктивно-технологічних рішень та розробку методів поетапного багатоваріантного планування будівельного циклу зведення будівель.

Висновки.

Для розвитку prefab - технологій, як окремого сектору будівельної галузі, необхідно зробити наступні кроки з:

- удосконалення нормативно-технічної бази з проектування та зведення блоково-модульних і збірно-комплектних будівель;
- створення кошторисно-нормативних баз модульного будівництва, так як на даний час вони відсутні;
- підготовки інженерних кадрів з проектування і будівництва за даною технологією;
- адаптації бізнес-моделей, експлуатаційних структур, правил закупівель, планування та фінансування модульного підходу;
- створення відповідної координаційного центру на базі профільної державної установи або УЦСБ для консолідації наявного досвіду і розвитку модульного будівництва.

Список літератури:

1. Structural response of modular buildings – An overview [Електронний ресурс] / Andrew William Lacey, Wensu Chen, Hong Hao, and Kaiming Bi // Journal of Building Engineering. – 2017. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Andrew-Lacey/publication/321861573_Structural_Response_of_Modular_Buildings_-_An_Overview/links/5cc912e24585156cd7bddf34/Structural-Response-of-Modular-Buildings-An-Overview.pdf
2. Breaking The Pre-fabricated Ceiling: Challenging the Limits for Modular High-Rise [Електронний ресурс] / Shonn Mills, Dave Grove, Matthew Egan // Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Global Interchanges: Resurgence of the Skyscraper City – 2015. – р. 416 – 425. – Режим доступу: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2488-breaking-the-pre-fabricated-ceiling-challenging-the-limits-for-modular-high-rise.pdf>
3. Захарова М.В. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии / М.В. Захарова, А.Б. Пономарев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 148–155.
4. The role of Standards in offsite construction. A review of existing practice and future need [Електронний ресурс] / Dr Chris Goodier, Dr Farid Fouchal, Nigel Fraser// BSI. – 2021. – 28 p. – Режим доступу: <https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/en-gb/bsol-construction/offsite-construction-report-web.pdf>
5. Беляев Н., Билык А., Билык С, Уей Э., Хейвуд М. Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. – К.:УЦСБ, 2015. – 99 с.
6. Семко В. Расчет несущих и ограждающих конструкций из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. – К.: УЦСБ, 2015 – 143 с.
7. Семко В.О. Дослідження теплових показників огорожувальних конструкцій зі сталевих тонкостінних профілів багатопверхових цивільних будівель / В.О. Семко, М.В. Лещенко, І.С. Криворотько // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – 2014. – Вип. 29. – С. 491–498.

8. Савицкий Н.В. Совместная работа профилей ЛСТК с обшивкой / Н.В. Савицкий, О.Г. Зинкевич // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – Вып. 50. – С. 462 – 466.

9. Тимофеев М.В. Обгрунтування вибору збірних систем зовнішніх стін з використанням цементних плит КНАУФ AQUAPANEL® OUTDOOR за умов забезпечення енергоефективності будівлі/ М.В. Тимофеев, Г.В. Шамрина, Д.О. Хохрякова // Гірничий вісник. – 2020. – Вип. 107. – С. 11-15.

10. Павлов А.Б. Быстровозводимые малоэтажные жилые здания с применением легких стальных тонкостенных конструкций / А.Б. Павлов, Э.Л. Айрумян, С.В. Камынин, Н.И. Каменщиков // Промышленное и гражданское строительство. – 2006. – Вип. № 9. – С. 51-53.

11. Trubina D.A., Abdulaev D.A., Pichugin E.D. and Garifullin M.R. The loss of local stability of thin-walled steel profiles. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vols. 633-634. Pp 1052-1057.

12. Бондаренко С. ЛСТК – реальная альтернатива традиционным способам строительства зданий [Электронный ресурс] / С. Бондаренко // Капстроительство. Вип. №7-8 (175-176) 2018. – С. 31-35 – Режим доступа: http://kapstroy.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/10/KS_7-8_all_web-min.pdf.

13. Проект ДСТУ XXXX-202X «Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу». [Електронний ресурс] – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 62 с. – Режим доступа: <http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt DSTU Stinovi paneli z karkasom zi stalevyh tonkostinnyh holodnoformovanyh elementiv. Vymogy do vygotovlennya ta montagu.pdf>.

14. Проект ГОСТ Р XXXX – 20XX. Перекрытия каркасно-обшивные сухого типа с каркасом из стальных холодногнутых оцинкованных профилей. Общие технические требования. [Электронный ресурс] – М.: Стандартиформ, 2021. – 39 с. – Режим доступа: <https://www.steel-development.ru/files/51/%D0%9D%D0%A2%D0%94/13/113144-126621---.pdf>.

15. Dr Sabina Maslova, Dr Hannah Holmes, Dr Gemma Burgess. Deploying modular housing in the UK: exploring the benefits and risks for the housebuilding industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://placesforpeople.co.uk/media/zudfphry/modular-housing-report-21.pdf>

16. Modular construction: From projects to products [Электронный ресурс] / Nick Bertram, Steffen Fuchs, Jan Mischke, Robert Palter, Gernot Strube, and Jonathan Woetzel // Capital Projects & Infrastructure. McKinsey & Company. – 2019. – 30 p. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/modular%20construction%20from%20projects%20to%20products%20new/modular-construction-from-projects-to-products-full-report-new.pdf>

17. Каталог зданий [Электронный ресурс] / Компания «Новый дом». – Режим доступа: <https://kpc-prefab.ru/katalog-zdaniy>

References:

1. Andrew William Lacey, Wensu Chen, Hong Hao, & Kaiming Bi (2017). Structural response of modular buildings – An overview. *Journal of Building Engineering*. URL: https://www.researchgate.net/profile/Andrew-Lacey/publication/321861573_Structural_Response_of_Modular_Buildings_-_An_Overview/links/5cc912e24585156cd7bddf34/Structural-Response-of-Modular-Buildings-An-Overview.pdf

2. Shonn Mills, Dave Grove, Matthew Egan (2015). Breaking The Pre-fabricated Ceiling: Challenging the Limits for Modular High-Rise. *Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Global Interchanges: Resurgence of the Skyscraper City*. Pp. 416 – 425. URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2488-breaking-the-pre-fabricated-ceiling-challenging-the-limits-for-modular-high-rise.pdf>
3. Zakharova, M.V., Ponomarev, A.B. (2017). Opyt stroitel'stva zdaniy i sooruzheniy po modul'noy tekhnologii. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*. T. 8, № 1, pp. 148–155.
4. Dr Chris Goodier, Dr Farid Fouchal, Nigel Fraser (2021). The role of Standards in offsite construction. A review of existing practice and future need. *BSI*. URL: <https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/en-gb/bsol-construction/offsite-construction-report-web.pdf>
5. Belyayev, N., Bilyk, A., Bilyk, S, Uyey, E., Kheyvud, M. (2015). *Raschet elementov iz stal'nykh kholodnoformovannykh profiley v sootvetstvii s Yevrokodom 3*. UTSSB. Kiev. Ukraine.
6. Semko, V. (2015). *Raschet nesushchikh i ograzhdayushchikh konstruksiy iz stal'nykh kholodnoformovannykh profiley v sootvetstvii s Yevrokodom 3*. UTSSB. Kiev. Ukraine.
7. Semko, V.O., Leshchenko, M.V., & Kryvorot'ko, I.S. (2014). Doslidzhennya teplovykh pokaznykiv ohorodzhuval'nykh konstruksiy zi stalevykh tonkostinnykh profiliv bahatopoverkhovykh tsyvil'nykh budivel'. *Resursoekonomni materialy, konstruksiyi, budivli ta sporudy. Zbirnyk naukovykh prats'*. Vyp. 29. Pp. 491–498.
8. Savitskiy, N.V. Zinkevich, O.G. (2009). Sovmestnaya rabota profiley LSTK s obshivkoy. *Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye*. Vyp. 50, pp. 462 – 466.
9. Tymofyeyev, M.V., Shamrina, H.V., Khokhryakova, D.O. (2020). Obruntuvannya vyboru zbirnykh system zovnishnikh stin z vykorystanniam tsementnykh plyt KNAUF AQUAPANEL® OUTDOOR za umov zabezpechennya enerhoefektyvnosti budivli. *Hirnychyy visnyk*. Vyp. 107, pp. 11-15.
10. Pavlov, A.B., Ayrumyan, E.L., Kamynin, S.V., Kamenshchikov, N.I. (2006). Bystrovozvodimyye maloetazhnyye zhilyye zdaniya s primeneniyem legkikh stal'nykh tonkostennykh konstruksiy. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. Vyp. № 9, pp. 51-53.
11. Trubina, D.A, Abdulaev, D.A., Pichugin, E.D. & Garifullin, M.R. (2014). The loss of local stability of thin-walled steel profiles. *Applied Mechanics and Materials*. Vols. 633-634. Pp 1052-1057.
12. Bondarenko, S. (2018). LSTK – real'naya al'ternativa traditsionnym sposobam stroitel'stv zdaniy. *Kapstroitel'stvo*. Vip. №7-8 (175-176), pp. 31-35. URL: http://kapstroy.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/10/KS_7-8_all_web-min.pdf
13. Proyeckt DSTU XXXX-202X «Stinovi paneli z karkasom zi stalevykh tonkostinnykh kholodnoformovanykh elementiv. Vymohy do vyhotovlennya ta montazhu». (2021). DP «UkrNDNTS». Kiev. Ukraine. URL: [http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt DSTU Stinovi paneli z karkasom zi stalevykh tonkostinnykh holodnoformovanykh elementiv. Vymogy do vygotovlennya ta montagu.pdf](http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt_DSTU_Stinovi_paneli_z_karkasom_zi_staleykh_tonkostinnykh_holodnoformovanykh_elementiv._Vymogy_do_vygotovlennya_ta_montagu.pdf).
14. Proyeckt GOST R XXXX-202X. Perekrytiya karkasno-obshivnyye sukhogo tipa s karkasom iz stal'nykh kholodnognutnykh otsinkovannykh profiley. Obschchiye tekhnicheskiye trebovaniya. (2021). Standartinform. Moscow. Russia. URL: <https://www.steel-development.ru/files/51/%D0%9D%D0%A2%D0%94/13/113144-126621---.pdf>.

15. Dr Sabina Maslova, Dr Hannah Holmes, Dr Gemma Burgess (2021). *Deploying modular housing in the UK: exploring the benefits and risks for the housebuilding industry*. Cambridge Centre for Housing & Planning Research, Department of Land Economy. URL: <https://placesforpeople.co.uk/media/zudfphry/modular-housing-report-21.pdf>

16. Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G., & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: From projects to products*. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/modular%20construction%20from%20projects%20to%20products%20new/modular-construction-from-projects-to-products-full-report-new.pdf>

17. *Katalog zdaniy*. Kompaniya «Novyy dom». URL: <https://kpc-prefab.ru/katalog-zdaniy>

Д.А. Хохрякова

Prefab – технология с использованием ЛСТК и перспективы её развития в Украине

Зарубежный опыт свидетельствует о широком внедрении prefab – технологий с использованием легких стальных тонкостенных конструкций, благодаря значительному экономическому эффекту, который достигается за счет снижения нагрузок от собственного веса конструкций, уменьшения транспортных затрат, сокращением сроков строительства. Сравнительный анализ нормативно-технической базы показывает, что национальные органы стандартизации в европейских странах в отличие от Украины поддерживают актуальность достаточно большого пакета действующих стандартов для prefab – технологий и создают новые для обеспечения потребностей строительной отрасли. Внедрение норм проектирования конструкций из тонкостенных холодноформованных элементов в Украине происходит с опозданием в несколько лет, а для prefab – конструкций вообще отсутствует. С целью структурирования широкого спектра prefab – конструкций из ЛСТК и улучшения способности строительной отрасли оценивать эффективность различных конструктивно-технологических решений представлена их классификация по степени комплектности и укрупнённости. Анализ имеющегося опыта позволил сформировать области эффективного применения prefab – систем для зданий различного назначения с учетом характерных требований. Спрогнозированы трудности, с которыми может столкнуться строительная отрасль Украины при внедрении данной технологии: из-за стойкого имиджа низкокачественных сборных домов советских времен потребитель отдает предпочтение традиционным технологиям, размер первоначальных инвестиций отпугивает застройщиков, отсутствие специфических навыков относящихся к модульному строительству у проектировщиков и производителей работ, низкая конкурентоспособность украинских компаний в данном секторе на фоне иностранных, работающих на международном уровне, снижает экономические выгоды государства. Предложены шаги по внедрению prefab – технологий в Украине: усовершенствование нормативно-технической и сметных баз, подготовка инженерных кадров, адаптация бизнес-моделей, планирования и финансирования модульного подхода, создание соответствующего координационного центра.

Ключевые слова: *prefab – технология, prefab – конструкция, ЛСТК, модули, панели.*

D.O. Khokhriakova

Prefab – technology using light steel thin-walled structures and prospects for its development in Ukraine

Foreign experience testifies to the widespread use of prefab – technologies using light steel thin-walled structures, due to a significant economic effect, which is achieved by reducing the loads from the dead weight of structures, reducing transport costs, and reducing construction time. A comparative analysis of the normative and technical base shows that national standards bodies in European countries, unlike Ukraine, maintain the relevance of a sufficiently large package of existing standards for prefab technologies and create new ones to meet the needs of the construction industry. The introduction of design standards for structures made of thin-walled cold-formed elements in Ukraine occurs with a delay of several years, and for prefabs there are no standards at all. In order to structure a wide range of prefab – structures made of light steel thin-walled structures and improve the ability of the construction industry to assess the effectiveness of various design and technological solutions, their classification according to the degree of completeness and enlargement is presented. The analysis of the available experience allowed us to form the areas of effective application of prefab – systems for buildings for various purposes, considering the characteristic requirements. The difficulties that the construction industry of Ukraine may face in the implementation of this technology are predicted: due to the persistent image of low-quality prefabricated houses of the Soviet era, the consumer prefers traditional technologies, the size of the initial investment repels developers, the lack of specific skills related to modular construction among designers and works contractors, the low competitiveness of Ukrainian companies in this sector against the background of foreign companies operating at the international level reduces the economic benefits of the state. Steps are proposed for the introduction of prefab – technologies in Ukraine: improvement of normative and technical and budgetary bases, training of engineering personnel, adaptation of business models, planning and financing of a modular approach, creation of an appropriate coordination center.

Keywords: prefab – technology, prefab – construction, light steel thin-walled structures, modules, panels.

Посилання на статтю

АРА: Khokhriakova, D.O. (2021). Prefab – technology using light steel thin-walled structures and prospects for its development in Ukraine. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 62-74.

ДСТУ: Хохлакова Д.О. Prefab – технологія з використанням ЛСТК і перспективи її розвитку в Україні / Д.О. Хохлакова // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48(1). – С. 62-74.